

## SÜT TEKNOLOJİSİNDE pH'NIN ÖNEMİ, SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNDE ÖLÇÜLMESİ

Hayri COŞKUN

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Van

Abdullah ÇAĞLAR

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum

**ÖZET :** Hidrojen iyonları konsantrasyonunun negatif logaritması olarak bilinen pH, bir çok bilim alanında olduğu kadar süt teknolojisinde de oldukça önem taşımaktadır. Bugün bazı süt ürünlerinin titrasyon asitliğinin ölçülmesi yerine pH ölçümü tercih edilmekte ve üretim basamakları ona göre belirlenmektedir.

### IMPORTANCE AND DETERMINATION OF pH IN MILK AND MILK PRODUCTS

**SUMMARY :** The acidity of pH known as negative logarithm for hydrogen ions concentration in a solution has importance for many scientific areas as well as dairy technology. Today, the determination of pH for some dairy products is preferred instead of making titration acidity, and some processing steps are conducted according to pH values.

### GİRİŞ

Bilindiği gibi pH, bir çözelti yada madde içerisindeki hidrojen iyonları ( $H^+$ ) konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. Buradaki "P" Almanca'da üss anlamına gelen "protenz" sözcüğünün ilk harfidir. "H" ise hidrojen iyonlarını simgelemektedir. Böylece pH,  $H^+$  iyonları konsantrasyonunun negatif üssü anlamını taşımaktadır (Erdik ve Sarıkaya, 1993).

Günümüzde pH bir çok bilim dalında değişik amaçlar için kriter olarak kullanılmaktadır. Örneğin tıp alanında kandaki pH değişikliği bazı hastalık yada metabolizma bozukluklarının tesbit edilmesinde önem taşımaktadır. Normal pH'sı 7.4 olan kanın, şeker hastalığındaki değeri asit tarafa doğru kaymakta ve buna tıp dilinde "acidosis" denmektedir. Aynı şekilde kanın pH'sının alkali tarafa kayması da "alkalosis" olarak adlandırılmaktadır (Horton et al., 1993).

Mikrobiyolojik sahada ise pH, mikroorganizmalar için bir gelişme faktörü olarak rol oynamaktadır. Buna göre mikroorganizmalar gelişebildikleri optimum bir pH'ya sahiptirler. Optimum gelişme pH'sına göre de örneğin bakteriler başlıca üç grup altında toplanırlar. Bunlar asit ortamda (0.0 - 5.4 pH aralığında) gelişmeyi sevenler "Acidophiles" nötr ortamda (pH 5.4-8.5) gelişmesi sevenler "Neutrophiles", ve nihayet alkali ortamda (pH 7.0-11.5) gelişmeyi sevenler "Alkaliphiles" olarak adlandırılırlar. Bahsedilen mikroorganizma gruplarına birer örnek verecek olursak; *Lactobacillus* 'lar asit ortamda, insanlarda hastalık yapanlar nötr ortamda, ve *Agronobacterium* gibi toprak bakterileri de alkali ortamda (pH 12) gelişirler (Creager et al., 1990).

Aynı şekilde pH tarımsal açıdan toprak, su-bitki ile yapılan araştırmalarda olduğu kadar, gıda teknolojisinde ve özellikle de süt teknolojisinde oldukça önem taşımaktadır. Bugün pH ölçümleri, sütün kalitesinin tesbitinden, işlenmesinden ve hatta son şeklini alana kadar, özellikle gelişmiş ülkelerde, yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kosikowski, 1982; Tüziner, 1990). Bununla birlikte, ülkemizde süt ve ürünlerinin imalinde, değil pH ölçümü, titrasyon asitliğinin bile çoğu kez yapılmadığı yada sadece modern tesislerde yapıldığı sanılmaktadır. El pH metresinin hizmete girmiş olmasıyla bu uygulamanın artık zor yanının kalmadığını söylemek mümkün olsa gerek.

Kimyasal ve biyolojik sistemlerde pH ölçümü iki yolla yapılmaktadır. Bunlar kolorimetrik veya potansiyometrik olabilir. Kolorimetrik ölçümde indikatör renklerinin çözeltinin pH'sına bağlı olarak değişmesinden yararlanırlar. Kolorimetrik pH ölçümünde hassasiyet  $\pm 1$  pH olduğunda, potansiyometrik yolla ölçümde bu hassasiyet  $\pm 0.001$  pH şeklinde olabilmektedir. Potansiyometrik yolla pH ölçen aletlere pH metre denmektedir. pH metrenin çalışma prensibi; pH değeri ölçülecek çözelti ile elektrot arasında meydana gelen potansiyel farkın ölçülmesi prensibine göre çalışırlar. Ölçülen elektromotor kuvveti elektrotun, elektrot potansiyeline bağlıdır. Bu elektrotun elektrot potansiyeli de yalnızca çözeltideki  $H^+$  iyonları konsantrasyonu yada pH değeri ile ilgilidir. Buna göre elektro motor kuvveti ölçülerek çözeltinin pH değeri hesaplanır. Bu hesaplama pH metrelerde otomatik olarak yapılarak pH değeri doğrudan verilir (Erdik ve Sarıkaya, 1993).

### SÜT TEKNOLOJİSİNDE pH'NIN ÖNEMİ

#### Sütte pH

Süt teknolojisinde pH çok büyük önem taşımaktadır. Süt ve mamüllerinin asitliğini tesbit için, titrasyon asitliğine nazaran bugün pH ölçümü daha iyi bir yol olarak görülmektedir. Çünkü pH veya H iyonları konsantrasyonu sütün gerçek asitliğini göstermektedir. Bunun nedeni pH'nın daha az değişken olmasından ileri

gelmektedir. Sütün pH'sı türler arasında pek farklılık göstermemekle beraber bu değer inek sütü için ortalama 6.6 ve keçi sütü için ise 6.3-6.7 arasındadır. İnsan sütünün pH'sı ise alkalilik arz etmekte olup pH'sı 7.3'tür (Çizelge 1). Böyle olunca taze sütün pH'sı yaklaşık olarak bilinmektedir. Bundan sapmalar ise birtakım belirtileri ortaya koymaktadır. Örneğin, normal süte nazaran kolostrom sütünün pH değeri (pH'sı 6) daha düşüktür. Laktasyon süresi sonunda ise sütün pH'sı genellikle biraz yükseldiği tesbit edilmiştir. Mastitisli sütlerde ise pH değeri yükselerek 7.5'e ulaşmaktadır. Bilindiği gibi bu sütlerin protein ve belli tuzların oranları farklıdır (Van Den Berg, 1988; Sherbh, 1988). Dolayısıyla pH sütün kalitesini ölçmede önemli bir kriter olarak görülmektedir (Kosikowski, 1982). Sütün asitliği mayanın pıhtılaşması, pıhtının fiziki karakteri, peynir suyu miktarı ve peynir suyu ile kaybolan kalsiyumun miktarı üzerine de tesir etmektedir (Kurt, 1977).

Sütün sahip olduğu izoelektrik noktası (amino asitlerin global elektrik yükünün sıfır olduğu nokta olup "pI" ile gösterilir) bakımından da pH, ayrıca önem taşımaktadır. Bu nokta yine pH ölçümü ile bilinir ve değeri 4.6-4.7 arasındadır. Aynı noktada sütün proteinleri çok stabil olduğundan, pıhtılaşmaya müsaittir (Van Den Berg, 1988).

Ayrıca pH süt alımında, sütlerin asitliğinin yüksek olup olmadığını tesbit etmede de büyük önem taşımaktadır. Süt çeşidine göre değişmekle beraber inek sütlerinin muayenesinde bir kısım süte bir kısım % 68'lik alkol karıştırılır. Normal süt yani pH'sı 6.4'den düşük olan süt bu alkol konsantrasyonunda pıhtılaşacağından red edilir (Van Den Berg, 1988).

Farklı sıcaklık ve pH'da proteinlerin denetürasyona uğrama özelliklerine göre sütler; "A Tipi ve B Tipi" olarak sınıflandırılmakta ve bu özelliği tesbit etmede pH'dan yararlanılmaktadır. A tipi sütler, pH 6.7'ye ayarlandığı zaman sıcaklıkla koagüle olmaları için maksimum bir zamana ihtiyaç duyarlarken, pH 6.9'da minimum bir zamana ihtiyaç duyarlar. Farklı olarak B tipi sütlerde; pH'nın 6.2'den 7.4'e çıkması halinde, linear olarak kuagülasyon zamanı da artmaktadır (Brown, 1988).

### **Yoğurt Teknolojisinde pH**

Yoğurt teknolojisinde pH, özellikle inkübasyon süresinin sona erdirilmesinde önem taşımaktadır. Yoğurtlara işlenecek sütler 90 °C derecede yarım saat kaynatılıp 40-50 °C'ye soğutulduktan sonra maya ilave edilerek inkübasyona terk edilir. Inkübasyon esnasında gelişen asitlik pH 4.5'e ulaştığı zaman yoğurtlar soğutma odasına alınır. Bunun sebebi; tüketici istekleri bakımından yoğurttaki pH'nın 4 olması arzulanır ve pH 4.5'te inkübasyona son verildiğinde soğutma işlemi esnasında da pH düşmeye devam eder. Böylece soğutma esnasında pH 4'e iner. İşte bu pH, biraz önce açıklanan ve tüketici açısından makul olan pH'dır. Neticede yoğurtlar asitlik bakımından standart bir hale getirilir ve kontrollü olarak tüketiciye ulaştırılması gerçekleştirilir (Sellars and Babel, 1985).

### **Peynir Teknolojisinde pH**

Peynir teknolojisinde titrasyon asitliğinden çok pH ölçümleri, gün geçtikçe daha fazla önem taşımaktadır. Bundan dolayı pH ölçümü titredilebilir asitlik ölçümlerinin yerine geçmektedir. Peynir teknolojisinde pH ölçümü, üretim basamaklarını belirlemede önemli bir faktördür. Örneğin Cheddar peynirinde tuzlanan teleme 5.2-5.3 pH'da preslemeye alınır. Üretimden sonraki taze cheddarın pH'sı 5.1-5.3 arasında olmalıdır. Olgunlaşma döneminde ise oluşan buffer bileşiklerinden dolayı pH 5.6'ya kadar ulaşmaktadır. Aynı şekilde Swiss peynirinin pişirme sonundaki pH'sı 6.3 olmalıdır. Mozaralla peynirinin asit olgunlaşmadan sonraki pH'sı da 5.2-5.3 olmalıdır. Genelde ise son ürün olan peynirin pH'sı 5.0 - 5.3 arasında olmalıdır. Çünkü pH'nın 5'ten küçük olması durumunda peynirde bozulma yapan mikroorganizmaların gelişmesi ve aynı şekilde 5.3'ten büyük olması durumunda da patojen mikroorganizmaların gelişmesi sağlanmış olur. Mikroorganizma grupları belli pH'da gelişme gösterdiklerinden bu noktalar önem taşımaktadır.

Peynir teknolojisinde pH, pıhtının kesilmesi anında da ayrıca bir öneme sahiptir. Çünkü sütün tuzları ve proteinleri titrasyon asitliğini etkilediği kadar pH'yı etkilemezler. Pıhtı kesilirken pH ölçümünde değişme olmadan düşüş devam eder. Oysa bu esnada titrasyon asitliği gelişimi aniden düşüş kaydederek tekrar yükselmeye başlar (Kosikowski, 1982).

Sütün pH'sı düşünce kalsiyum fosfatın çözünebilirliği artar (pH 4.9'da tamamen çözülebilir). İmalat sırasında peynir telemesinde asitlik meydana geldiğinde koloidal kalsiyum fosfat erir ve peyniraltı suyu ile atılır. Böylece teleme/peynirsuyu ayrışmasında pH, peynirdeki kalsiyum oranını belirler; buda direkt olarak peynirin yapısını etkiler. Hızlı asitlik gelişimi düşük pH'ya ve oda düşük kalsiyum miktarına, neticede Cheshire peynirinde olduğu gibi kolay ufalanabilir yapıya neden olmaktadır. Bunun aksine; asitliğin yavaş gelişmesi yüksek pH'ya oda yüksek kalsiyum miktarına neden olarak, Emmental ve Gouda peynirinde olduğu gibi elastik bir yapıya neden olmaktadır. Bundan dolayı, bir peynir çeşidinin kendine özgü yapısının gelişmesinde en önemli faktör telemenin süzme anındaki pH'sı tarafından belirlenmesidir (Fox, 1987).

Ayrıca pH, telemde arta kalacak olan rennet ile plasmin oranlarını kontrol eder. Bu oranda olgunlaşma süresince peynirin kendine özgü tat ve aromanın oluşmasında en önemli kriterlerden biridir (Lawrence ve ark., 1983).

## SÜT VE MAMÜLLERİNDE pH'NIN ÖLÇÜLMESİ

### Elektrot Bakım ve Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar

1. Elektrotlar dikkatlice kullanılmalıdır. Çünkü pH ölçümünde elektrot en önemli ve hassas parçadır ve doğru ölçümü direkt olarak etkiler.
2. Elektrotdaki aşınma ve çizilmeler hassasiyeti değiştirir. Yeni ve aynı zamanda cam bir elektrodu kullanmadan önce, doğru ölçmesini sağlamak amacıyla "potasyum klorid" solusyonu (100 ml distile suda 35 g) içinde en az 2 saat bekletilmelidir.
3. Elektrot mutlaka temiz tutulmalıdır.
4. Örnekler ve tampon çözeltiler arasında elektrot saf su ile durulanmalı ve sonra üzerinde kalan su kurutma kağıdına emdirilmelidir, asla silinmemelidir.
5. Elektrotların hassasiyetini düşüren yağlı örneklerle çalışıldığı zaman, elektrot ya hexan (ACS Grade) ile yada yumuşak sabun solusyonu ile sünger kullanarak üzerindeki tabaka giderilmelidir. Sonra saf su ile durulanarak kurutma kağıdı ile kurutulmalıdır.
6. Elektrot, ölçüm yada standardizasyonda kullanılacağı zaman, elektrodun pH-hassas ampülü ve referans elektrot fitilini örtecek şekilde örnek içine daldırılmalıdır.
7. Cam elektrotlarda doldurma kısmında bulunan koruyucu örtü kaldırılmalıdır.
8. Elektrotlar kullanımdan önce referans taraftaki kavucuk başlık açılır, böylece elektrot köprüsünden yavaş bir solusyon akışına izin verilir. Bu işlem referans elektrodun kontaminasyonunu engeller ve sıvı birleşim yerinden iyi bir elektrik teması sağlanmış olur. Bu esnada potasyum klorid solusyonu dışarıya doğru diffüze olacağından, periyodik olarak potasyum klorid solusyonunu doldurma yerinden doymuş potasyum klorid (50 g KCL 100 ml su içeren bir kaba konur ve kristallerin erimesi için ısıtılır, sonra stok şişesine aktarılır ve soğutularak kullanılır) ile değiştirmek gerekir.
9. Elektrotlar saklanırken, pH hassas ucunu potasyum klorid solusyonuna koymak gerekir. Bu durum cam elektrot için nemli ortam sağlayarak sızıntıları önler.
10. Elektrodu saf su içinde saklamak ölçümlerde hataya neden olacağından sakıncalıdır. Eğer elektrotlar bir kaç aylığına kullanılmıyacaksa, kuru olarak saklanmalıdır. Bu durumda ise kullanımdan bir kaç gün önce suda bekletilmelidir (Case et al., 1985).

### pH Metrenin Standardizasyonu

Kullanımdan önce cihaz en az yarım saat önce çalıştırılarak stabilize edilir. En iyisi pH metre her zaman açık bırakılmalıdır. Örnekler üzerinde ölçüm yapmadan önce pH metre taze ve kontamine olmamış tampon çözeltilerle standartide edilmelidir. Tampon çözeltiler kullanılmadıkları zamanlarda gerek su kaybından ve gerekse kontaminasyonlardan korumak için ağzı kapalı tutulmalıdır. Kullanılmış tampon çözeltileri asla stok solusyonu üzerine dökülmemelidir. aynı günün sonunda kullanılmış solusyonlar atılmalıdır. Yaklaşık 25 ml tampon çözeltisi 50 ml'lik bir beher içerisine döktükten sonra pH metreyi pH'sı 7.0 ve analiz edilecek örneğin pH'sına yakın tampon çözeltisi ile standardize edilir. Daha sonra ayarlama için pH metre cihazının kullanım klavuzundaki gibi hareket edilmelidir. Eğer kullanım kılavuzunda aksine bir ifade yoksa pH metre her gün yeniden standardize edilmelidir. Örnek tipi değiştiğinde, veya en azından pH metre yarım saat kullanılmadıysa standardizasyon işlemi tekrar edilmelidir (Tüziner, 1990; Anonymous, 1994).

### ph Ölçme İşlemi

Elektrotun pH'ya hassas kısmı (ampule benzer kısmı) ve referans birleşme yeri örnekle iyice temas edecek şekilde elektrot örneğin içerisine daldırılır. Eğer peynirde ölçüm yapılıyorsa, daha öncede bahsedildiği gibi, peynir mutlaka iyi ezilmiş yada öğütülmüş olarak küçük bir kap içerisinde olmalıdır. Bu durum elektrodun katı kısımla iyice temas etmesi için şarttır. Bundan sonra örneğin sıcaklığı ölçülür ve pH metrenin sıcaklığı örneğin sıcaklığına karşı gelecek şekilde sıcaklık dengesi ayarlanır. En iyi sonucu elde edebilmek için örneğin sıcaklığı  $25 \pm 3$  °C olmalıdır. Daha sonra cihaz pH ölçümüne getirilir ve elektrotların örnekle iyi temas ettiği en az 45 sn içinde okuma yapılır. Tabiki bu esnada pH metre göstergesindeki okuma sabitleşmiş olmalıdır. Sabitleşen değer pH olarak kaydedilir (Anonymous, 1994; Case et al., 1985).

## ÖRNEK HAZIRLAMA

### Sıvı Örnekler

Süt, krema, ayran, ve yoğurt gibi sıvı örnekler standardizasyondan sonra ileri bir işlem gerektirmeden sadece elektrodun örneğe daldırılması ile test edilebilir (Case et al., 1985).

### Suyu Uçurulmuş Örnekler

Bu tip örnekler aşağıda olduğu gibi sulandırılarak kullanılır. Örneğin, 7.5 gr ayran katı maddesi, 6.5 gr peynir suyu katı maddesi, 12 gr peynir suyu konsantre ürünleri kullanılarak 100 ml'lik behere konur. 25 ml distile su ilave edilir ve karışım eriyene kadar yavaşça karıştırılır. Sonra hacim 100 ml'ye tamamlanır ve tekrar iyice karıştırılır. Buradan yeteri miktar alınarak pH'sı ölçülür (Case et al., 1985).

### Peynir Örnekleri

Peynir örneklerinin pH'sı parçadan parçaya değişeceği için bu örnekler iyice öğütülerek yada parçalanarak homojen bir hale getirilir. Homojen hale getirilmiş bu örnekten bir miktar alınarak elektrodun kolayca temas edebileceği küçük bir kaba konur. elektrotların nazikçe yerleştirilebilmesi için bir termometre ile peynir örneği içerisinde elektrotlara boşluk yapılır. Peyniri, su ile sulandırılmamalı. Bu işlem tuz dengesini alt üst edeceğinden pH'yı 0.3 ünite yukarı çıkarır. Peyniri test etmeden önce pH metre cihazı açılır ve 5 dakika çalışma halinde bırakılır. Sonra doğruluğu, standart tampon çözeltilerine karşı kontrol edilir. Fermente süt ürünleri ve peynir için standart tampon çözeltilerinin pH aralığı 4-6 arasında olmalıdır. Sonra elektrot peynir örneğine yerleştirilir. pH metreden görünen pH değeri okunur. Her belirlemeden sonra, örnek kabı hareket ettirilerek aynı peynir örneği için üç değişik yerde ölçüm yapılır. Böylece doğru ölçüm yapıp yapılmadığı anlaşılır. Daha sonra elektrotlar iyice yıkanıp kurutma kağıdı ile kurutulduktan sonra başka bir ölçmeye geçilebilir. Değilse elektrotlar yerine yerleştirilir (Kosikowski, 1982).

### Terayağ ve Margarin Örnekleri

Bu örneklerde pH ölçümü serum fazında yapılır. Bunun için serum fazı yağ fazından ayrılmalıdır. Serumun hazırlanması için 400 ml'lik bir beher içerisine margarin yada tereyağından 114 gr tartılarak konur. Sonra beher 46-52 °C de olan su banyosuna yerleştirilir. Böylece yağ eriyerek üst kısımda toplanır, serum ise alt kısımda toplanır. Bu işlem yaklaşık 45 dakika alır. Örnek, ısıtma sırasında çalkalanmamalıdır. ayrılma tamamlandığı zaman bir pipet yardımıyla yağ tabakasının altındaki serum kısmı alınır ve 30 ml'lik bir behere yada süntüflü tüpüne konularak dengeli bir santrifüjde 3 dakika santrifüje edilir. Daha sonra beher muhtemel olan yağ parçacıklarını dondurmak yada ayırmak için, buzdolabında yada buz banyosuna 2 saatliğine yerleştirilir. Yağ tabakası oluştuktan sonra bir pipet yardımıyla yağ tabakasının altındaki serum çekilir. Sonra serum 25 ml'lik temiz bir behere aktarılır. Serumun sıcaklığı 25 °C'ye kadar ısıtılarak pH ölçümü yapılır. Yukarıdaki işleme alternatif olarak; tereyağ yada margarinin erimesinden sonra, bir pipet yardımıyla yağ tabakasının altındaki serum alınır ve ayırıcı bir huniye yerleştirilir. Bu şekilde yağın yukarıya çıkması için bekletilir. Eğer uygun bir santrifüj varsa ayırma hunisini santrifüje etmek ayırma işlemini hızlandırabilir. Sonra yağ tabakasının altındaki serum kısmı alınır, 25 °C'de ısıtılır ve serumun pH'sı ölçülür (Case et al., 1985).

Araştırmacılara, ilgili sanayi ve endüstri kollarında çalışanlara ışık tutması bakımından bazı süt ve ürünlerine ait pH değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı Süt ve Ürünlerine Ait pH Değerleri.

Ürün Adı	pH Değeri	Kaynak
İnek sütü	6.6-6.8	Van den Berg, 1988
Manda sütü	6.45-6.85	Adam, 1975
Koyun sütü	6.46-6.90	Adam, 1974
İnsan sütü	7.3	Kurt, 1977
Kolostrum	6.00	Sherbon, 1988
Mastitisli süt	7,5	Sherbon, 1988
Beyaz peynir	4.80-5.23	Karakuş and Alperden, 1992
Kaşar peyniri	5.10	Öztek, 1983
Blue cheese	6.50	Kosikowski, 1982
Cheddar cheese	5.50	Kosikowski, 1982
Swiss	5.60	Kosikowski, 1982
Camemberd	6.90	Kosikowski, 1982
Limburger	6.80	Kosikowski, 1982
Fourme d'Ambert (Fransız peyniri)	8.28	Kosikowski, 1982

Yoğurt	4.00	Sellars and Babel, 1985
--------	------	-------------------------

## KAYNAKLAR

- Adam, R.C., 1974. Koyun sütü Ege. Üniv. Zir.Fak.Yay. No: 195. Ege Üniv. Mat., Bornova, 66 sayfa.
- Adam, R.c., 1975. Manda sütü. Ege Üniv. Zir.Fak. Yay.No: 188, Ege Üniv. Mat. Bornova, 58 sayfa.
- Anonymous, 1994. Instruction manual for laboratory micro-processor pH mater. Hanna instruments Inc. Woosocket RI, FSA, 11 sayfa.
- Brown, R.J., 1988. Coagulation and protein denaturation. "In Fundamentals of dairy chemistry, N.P. Wongs". Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 779 sayfa.
- Case, R.A., Bradley, R.L. and Williams, R.R., 1985. Chemical and physical methods. "In Standart methods for the examinations of dairy products, G.H.Richardson". APHA. Washington DC, 412 sayfa.
- Creager, J.G., Black, J.G., and Davision, V.E. 1990. Microbioloji principles and applications. Prentice Hall, Inc; Englewood Cliffs, New Jersey, 722 sayfa.
- Erdik, E.V., Sarıkaya, Y., 1993. Temel Üniversite Kimyası. Özkan Mat. Ltd. Şti. Ankara, 545 sayfa.
- Fox, P.F., 1987. Cheese manufacture; chemical biochemical and physical aspects. Dairy Industries, 52 (7), 11-13.
- Horton, H.R., Moran, L.A., Ochs, B.S., Rawn, D.J., and Scrimgeour, K.G., 1993. Principles of biochemistry. Neil Patterson Pub. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 25-35 sayfa
- Karakuş, M. and Alperden, I., 1992. Microbiological changes during the ripening of Turkish White Pickled Cheese. Developments in Food Science. 29, 491-498.
- Kosikowski, F., 1982. Cheese and fermented milk foods. Second Edition. By F.V. Kosikowski and Ass. P.O. Box. 139. Brooktondale, New York, 711 sayfa.
- Kurt, A., 1977. Süt teknolojisine giriş. Ata. üniv. Yay. No: 493, Erzurum, 309, sayfa.
- Lawrence, R.C., Gilles, J. and Creamer, L.K., 1983. The relationship between cheese texture and flavour. New Zealand J. Dairy Sci. and Tech. 18, 175-190.
- Öztek, L., 1983. Kars ilinde yapılan kaşar peynirlerinin yapıları, bileşimleri ve olgunlaşmaları üzerinde araştırmalarla bunların diğer peynir çeşitleriyle kıyaslanmaları. Ata. üniv. Yay. No: 528, Erzurum, 184 sayfa.
- Sellers, R.L. and Babel, F.J., 1985. Cultures for the manufacture of dairy products. C.H.R. Hansen's Lab. Inc. Milwaukee, Wisconsin, 62 sayfa.
- Sherbon, J.W., 1988. Physical properties of milk. "In Fundamentals of Dairy Chemistry, N.R. Wornig". Van Nostrand Reinhold Comp. New York, 779 sayfa.
- Tüziner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tar. ve Köy İşleri Bak. Köy Hizmetleri Genel Müd. Ankara, 373 sayfa.
- Van Den Berg, J.C.T., 1988. Dairy technology in the tropics and subtropics. Pudoc. Wageningen, Netherlands, 290 sayfa.